

# **SKRIPSI**

## **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH POSISI VERTIKAL *FLOW STRAIGHTENER* TERHADAP PROFIL KECEPATAN ALIRAN GAS BUANG PADA *SAMPLING POINT* CEROBONG**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**ERICK WIRANDHA**

**03051181621018**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2020**

# **SKRIPSI**

## **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH POSISI VERTIKAL *FLOW STRAIGHTENER* TERHADAP PROFIL KECEPATAN ALIRAN GAS BUANG PADA *SAMPLING POINT* CEROBONG**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH :**

**ERICK WIRANDHA**

**03051181621018**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**



# HALAMAN PENGESAHAN

## STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH POSISI VERTIKAL *FLOW STRAIGHTENER* TERHADAP PROFIL KECEPATAN ALIRAN GAS BUANG PADA *SAMPLING POINT CEROBONG*

### SKRIPSI

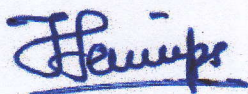
Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**ERICK WIRANDHA**  
03051181621018

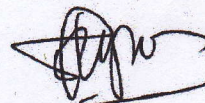
Inderalaya, 20 Juli 2020

Pembimbing Skripsi I



**Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.**  
NIP. 197001151994122001

Pembimbing Skripsi II



**Ellyanie, S.T., M.T.**  
NIP. 196905011994122001

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
197112251997021001



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :

SKRIPSI

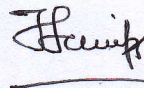
NAMA : ERICK WIRANDHA  
NIM : 03051181621018  
JUDUL : STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH POSISI  
VERTIKAL *FLOW STRAIGHTENER* TERHADAP  
PROFIL KECEPATAN ALIRAN GAS BUANG PADA  
*SAMPLING POINT CEROBONG*  
DIBERIKAN : FEBRUARI 2020  
SELESAI : AGUSTUS 2020

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanif, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19711125 199702 1 001

Inderalaya, Agustus 2020  
Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi



Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.  
NIP. 197001151994122001



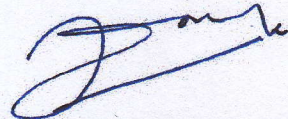
## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Studi Eksperimental Pengaruh Posisi Vertikal *Flow Straightener* Terhadap Profil Kecepatan Aliran Gas Buang Pada *Sampling Point* Cerobong” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada Tanggal 14 Agustus 2020.

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

**Ketua :**

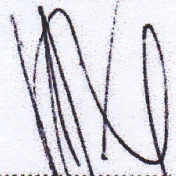
1. Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T.  
NIP. 195908231989031001



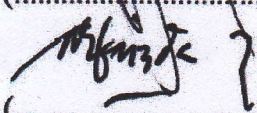
(.....)

**Anggota :**

2. Ir. Firmansyah Burlian, M.T.  
NIP. 195612271988111001  
3. Aneka Firdaus, S.T., M.T.  
NIP. 197502261999031001



(.....)



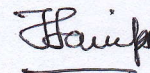
(.....)



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi



Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.  
NIP. 197001151994122001



# HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Erick Wirandha  
NIM : 03051181621018  
Judul : Studi Eksperimental Pengaruh Posisi Vertikal *Flow Straightener*  
Terhadap Profil Kecepatan Aliran Gas Buang Pada *Sampling Point*  
Cerobong

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, 20 Juli 2020



Erick Wirandha

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Erick Wirandha

NIM : 03051181621018

Judul : Studi Eksperimental Pengaruh Posisi Vertikal *Flow Straightener*  
Terhadap Profil Kecepatan Aliran Gas Buang Pada *Sampling Point*  
Cerobong

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, 20 Juli 2020



Erick Wirandha



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kita panjatkan kepada Allaah Subhaanahu wata'aalaa pemberi segala nikmat, atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad shallallahu 'alaihi wa sallam, keluarga, sahabat, dan setiap orang yang mengikuti salaf tersebut dengan baik hingga akhir zaman.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini telah mendapat banyak bantuan, kritik dan saran yang membangun, oleh karena itu penulis sampaikan banyak terima kasih kepada.

1. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing dan selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
2. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Gunawan, S.T., M.T., Ph.D selaku Pembina Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya..
4. Ibu Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T. dan ibu Ellyanie S.T., M.T. selaku dosen pembimbing penulis di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Helmy Alian M.T. selaku pembimbing akademik penulis di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
6. Bapak Bambang Wiryono dan Ibu Budi Lestari selaku orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan dan doanya.
7. Bapak Ardani dan Bapak Biverli memberikan informasi dan bantuan untuk penelitian skripsi penulis.
8. Bapak Indra telah memberi ilmu dan informasi mengenai pelaksanaan skripsi penulis.



9. Fathan Aditya Sanjaya, Dimas Adi Nugroho, Muhammad Sony Tanhar, Brilliant Syahputra, Muhammad Aman Hidayat, Ebil Yani Putra, Shafly Fuadi, Muhammad Farid Al-Farizi, Said Al-Abidin, Saidi Pratama, Jaya Rizky Saputra, Ihsan Asura, Muhammad Sirojuddin, kak Qodri, kak Irsyad, kak Rida, kak Edo, kak Dodo, kak Syahri dan teman perjuangan yang selalu mensupport, membantu, dan membimbing penulis.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi bagi penulis sebagai semangat meraih masa depan dan semoga dapat bermanfaat bagi masyarakat luas.

Indralaya, 20 Juli 2020



Erick Wirandha



# RINGKASAN

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH POSISI VERTIKAL *FLOW STRAIGHTENER* TERHADAP PROFIL KECEPATAN ALIRAN GAS BUANG PADA *SAMPLING POINT* CEROBONG

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Agustus 2020

Erick Wirandha ; Dibimbing oleh Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T., dan Ellyanie, S.T., M.T.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF VERTICAL POSITION FLOW STRAIGHTENER TOWARDS PROFILE OF VELOCITY GAS FLOW IN SAMPLING POINT OF CHIMNEY

XVI + 53 halaman, 21 tabel, 33 gambar,

## RINGKASAN

Pertumbuhan ekonomi Indonesia melalui sektor industri terus bertambah pesat. Hal ini mengakibatkan adanya peningkatan pencemaran udara akibat dari kegiatan industri. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan membuat kebijakan dengan melakukan pengukuran emisi kualitas udara tiap cerobong yang digunakan oleh industri secara terus menerus. Pengukuran yang dilakukan menggunakan metode isokinetik. Metode ini hanya dapat dilakukan pada cerobong dengan kecepatan aliran gas buang yang seragam. Namun, aliran gas buang di dalam cerobong mengalami fluktuasi sehingga mengakibatkan menurunnya keakuratan pengukuran kualitas emisi gas buang di *sampling point*. Untuk menjaga kualitas pengukuran, kecepatan aliran gas buang harus seragam dengan sudut inklinasi sekecil mungkin dan *pressure drop* yang masih bisa ditoleransi. Upaya yang dilakukan dalam mengatasi masalah tersebut yaitu memasang *flow straightener* di dalam cerobong. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan *flow straightener*  $45^\circ$  *upward* dengan variasi posisi jarak vertikal yaitu 0,75D, 1D, dan 1,25D dengan mengukur tekanan, temperatur, dan kecepatan aliran gas buang menggunakan alat ukur pitot dan termokopel. Hasil dari penelitian dan pengolahan data, *flow straightener* mampu mereduksi aliran berpusar dengan



nilai derajat kemiringan mengalami penurunan yaitu tanpa *flow straightener* sebesar  $0,87702706^\circ$ , *flow straightener* 0,75D sebesar  $0,86520837^\circ$ , *flow straightener* 1D sebesar  $0,86078668^\circ$ , dan *flow straightener* 1,25D sebesar  $0,85485604^\circ$ . Nilai derajat kemiringan terendah diperoleh *flow straightener* 1,25D. Nilai koefisien variasi yang diperoleh yaitu tanpa *flow straightener* sebesar  $17,13332692\%$ , *flow straightener* 0,75D sebesar  $20,11876543\%$ , *flow straightener* 1D sebesar  $21,10493024\%$ , dan *flow straightener* 1,25D sebesar  $22,47043961\%$ . Nilai koefisien terendah diperoleh *flow straightener* 0,75D. Nilai rata-rata *pressure drop* yaitu *flow straightener* 0,75D sebesar  $4,80458\text{ Pa}$ , *flow straightener* 1D sebesar  $4,83202\text{ Pa}$ , dan *flow straightener* 1,25D sebesar  $4,79125\text{ Pa}$ . Nilai terendah diperoleh oleh *flow straightener* 1,25D. Hal ini berbanding lurus dengan nilai derajat kemiringan. Semakin kecil nilai derajat kemiringan semakin kecil *pressure drop*, maka kecepatan aliran gas buang semakin vertikal sehingga adanya peningkatan kualitas pengukuran emisi. *Flow straightener* 1,25D mampu memenuhi syarat untuk memperoleh hasil pengukuran emisi yang akurat yaitu nilai derajat kemiringan dan *pressure drop* terendah.

Kata Kunci : *Flow straightener*, kecepatan aliran gas buang, derajat kemiringan, koefisien variasi, *pressure drop*



# SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF VERTICAL POSITION  
FLOW STRAIGHTENER TOWARDS PROFILE OF VELOCITY GAS  
FLOW IN SAMPLING POINT OF CHIMNEY

Scientific writing in the form of Thesis, August , 2020

Erick Wirandha ; Supervised of Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T., and  
Ellyanie, S.T., M.T.

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH POSISI VERTIKAL *FLOW*  
*STRAIGHTENER* TERHADAP PROFIL KECEPATAN ALIRAN GAS  
BUANG PADA *SAMPLING POINT* CEROBONG

XV + 53 pages, 21 tables, 33 images,

## SUMMARY

Indonesia's economic growth through industrial sector continues to grow rapidly. This results in an increase in air pollution due to industrial activities. The Ministry of Environment and Forestry makes a policy by continuously measuring air quality emissions for each chimney used by the industry. Measurements were made using the isokinetic method. This method can only be performed on chimneys with uniform exhaust gas flow rates. However, the flow of exhaust gas in the chimney fluctuates, resulting in decreased accuracy of the quality measurement of exhaust emissions. at the sampling point. To maintain the quality of the measurement, the exhaust gas flow velocity must be uniform with the smallest possible inclination angle and the pressure drop that can be tolerated. Efforts made in overcoming this problem are installing a flow straightener in the chimney. The research was conducted experimentally using a flow straightener 45° upward with variations in vertical distance positions, namely 0.75D, 1D, and 1.25D by measuring the pressure, temperature and velocity of exhaust gas flow using a pitot and thermocouple measuring instrument. The results of research and data processing flow straightener was showed that theable to reduce rotating flow with a decrease

in the value of the degree of slope, namely without a flow straightener of  $0.87702706^\circ$ , flow straightener 0.75D of  $0.86520837^\circ$ , flow straightener 1D of  $0.86078668^\circ$ , and flow straightener 1.25D of  $0.85485604^\circ$ . The lowest value of the degree of slope obtained by the flow straightener is 1.25D. The coefficient of variation obtained is without flow straightener 17.13332692%, 0.75D flow straightener of 20.11876543%, flow straightener 1D of 21.10493024%, and flow straightener 1.25D of 22.47043961%. The lowest coefficient value obtained by the flow straightener is 0.75D. The average value of the pressure drop that flow straightener 0,75D amounted to 4.80458 Pa, flow straightener 1D amounted to 4.83202 Pa, and a flow straightener 1.25D amounted to 4.79125 Pa. The lowest value is obtained by the flow straightener 1.25D. This is directly proportional to the value of the degree of slope. The smaller the value of the degree of slope, the smaller the pressure drop, the more vertical the exhaust gas flow rate so that there is an increase in the quality of the emission measurement. The flow straightener is 1.25D able to meet the requirements to obtain accurate emission measurement results, namely the value of the tilt degree and pressure drop lowest.

Keywords: Flow straightener, flue gas flow velocity, degree of slope, coefficient of variation, pressure drop



# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	xxi
DAFTAR GAMBAR .....	xxiii
DAFTAR TABEL .....	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Flow Conditioner (Flow Straightener)</i> .....	5
2.2 Aliran Fluida.....	11
2.2.1 Jenis – Jenis Fluida .....	11
2.3 <i>Pressure Drop</i> .....	14
2.4 Derajat Kemiringan.....	16
2.5 Koefisien Variasi .....	16
2.6 Metode <i>Sampling Point</i> .....	17
2.6.1 Menentukan Lokasi <i>Sampling Point</i> .....	17
2.6.2 Menentukan <i>Traverse Point</i> .....	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	21
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.2.1 Batubara.....	22
3.2.2 Arang .....	22
3.2.3 Minyak Tanah .....	22
3.2.4 Tungku Batubara.....	22
3.2.5 Blower .....	23
3.2.6 Pitot .....	23
3.2.7 Termokopel.....	24
3.3 Pembuatan Alat.....	24

3.4	<i>Sampling Point</i> dan <i>Traverse Point</i> .....	26
3.5	Prosedur Percobaan .....	28
BAB 4 PEMBAHASAN .....		31
4.1	Data Hasil Penelitian .....	31
4.2	Derajat Kemiringan.....	36
4.3	Koefisien Variasi .....	45
4.4	<i>Pressure Drop</i> .....	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran .....	53
<b>DAFTAR RUJUKAN</b> .....		<b>i</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....		<b>i</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis - jenis <i>flow straighttener</i> .....	6
Gambar 2.2	Geometri cerobong dan <i>flow straighttener</i> .....	6
Gambar 2.3	<i>Flow straighttener</i> .....	7
Gambar 2.4	Isometrik <i>flow straighttener upward 45°</i> .....	10
Gambar 2.5	Dimensi cerobong .....	10
Gambar 2.6	Aliran laminar .....	12
Gambar 2.7	Aliran transasi .....	13
Gambar 2.8	Aliran turbulen .....	13
Gambar 2.9	Vektor pembentuk derajat kemiringan aliran emisi gas buang .....	15
Gambar 2.10	Geometri cerobong .....	17
Gambar 2.11	Jumlah minimum titik lintas untuk partikulat .....	18
Gambar 2.12	Jumlah minimum titik lintas untuk kecepatan .....	19
Gambar 2.13	Lokasi titik lintas pada penampang berbentuk lingkaran dibagi menjadi 12 area yang sama .....	19
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	21
Gambar 3.2	Tungku batubara .....	22
Gambar 3.3	Blower .....	23
Gambar 3.4	Pitot .....	23
Gambar 3.5	Termokopel .....	24
Gambar 3.6	Desain <i>flow straighttener 45° upward</i> .....	25
Gambar 3.7	<i>Flow straighttener 45° upward</i> .....	27
Gambar 3.8	Lokasi <i>sampling point</i> .....	27
Gambar 4.1	Grafik nilai kecepatan aliran gas buang tanpa <i>flow straighttener</i> ...	36
Gambar 4.2	Grafik nilai kecepatan aliran gas buang dengan posisi <i>flow straighttener 0,75D</i> .....	37
Gambar 4.3	Grafik nilai kecepatan aliran gas buang dengan posisi <i>flow straighttener 1D</i> .....	37

Gambar 4.4	Grafik nilai kecepatan aliran gas buang dengan posisi <i>flow straightener</i> 1,25D .....	38
Gambar 4.5	Grafik nilai kecepatan aliran gas buang tanpa <i>flow straightener</i> ...	39
Gambar 4.6	Grafik nilai kecepatan aliran gas buang dengan posisi <i>flow straightener</i> 0,75D .....	39
Gambar 4.7	Grafik nilai kecepatan aliran gas buang dengan posisi <i>flow straightener</i> 1D .....	40
Gambar 4.8	Grafik nilai kecepatan aliran gas buang dengan posisi <i>flow straightener</i> 1,25D .....	40
Gambar 4.9	Vektor pembentuk derajat kemiringan aliran emisi gas buang .....	41
Gambar 4.10	Grafik nilai rata - rata derajat kemiringan .....	45
Gambar 4.11	Grafik nilai rata - rata koefisien variasi .....	49
Gambar 4.12	Grafik nilai rata - rata <i>pressure drop</i> .....	52



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefisien variasi pada bidang referensi.....	7
Tabel 2.2	Nilai helisitas pada bidang referensi .....	7
Tabel 2.3	Nilai maksimum dan rata-rata sudut inklinasi pada <i>sampling point</i> ..	8
Tabel 2.4	Perhitungan koefisien variasi pada sudut kemiringan <i>flow straightener</i> yang bervariasi .....	9
Tabel 2.5	Perhitungan <i>pressure drop</i> pada bidang referensi.....	9
Tabel 2.6	Koefisien variasi pada posisi jarak <i>flow straightener</i> .....	11
Tabel 2.7	Nilai <i>pressure drop</i> dengan posisi vertikal <i>flow straightener</i> yang bervariasi.....	11
Tabel 2.8	Lokasi titik lintas pada cerobong berbentuk lingkaran.....	19
Tabel 3.1	Dimensi geometri <i>flow straightener 45° upward</i> .....	23
Tabel 3.2	Jarak <i>traverse point</i> pada <i>sampling point</i> .....	25
Tabel 4.1	Kecepatan aliran gas buang pada lubang <i>sampling point</i> ke 1 .....	31
Tabel 4.2	Kecepatan aliran gas buang pada lubang <i>sampling point</i> ke 2 .....	32
Tabel 4.3	Data kecepatan vertikal rata-rata aliran gas buang pada <i>sampling point</i> .....	32
Tabel 4.4	Berat molekul gas buang basis basah .....	33
Tabel 4.5	Tekanan aliran gas buang keluar cerobong.....	33
Tabel 4.6	Temperatur aliran gas asap keluar cerobong .....	34
Tabel 4.7	Temperatur aliran gas asap masuk cerobong .....	35
Tabel 4.8	Temperatur udara mutlak.....	35
Tabel 4.9	Hasil perhitungan derajat kemiringan pada setiap posisi vertikal <i>flow straightener 45° upward</i> .....	44
Tabel 4.10	Hasil perhitungan koefisien variasi .....	48
Tabel 4.11	Perhitungan nilai <i>pressure drop</i> .....	51

# DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Pengolahan Data .....	i
Lampiran 1.2 Gambar Pengambilan Data .....	xvi



# Studi Eksperimental Pengaruh Posisi Vertikal *Flow Straightener* Terhadap Profil Kecepatan Aliran Gas Buang Pada *Sampling Point* Cerobong

Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.<sup>(1)</sup>, Ellyanie, S.T., M.T.<sup>(2)</sup> Erick Wirandha<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

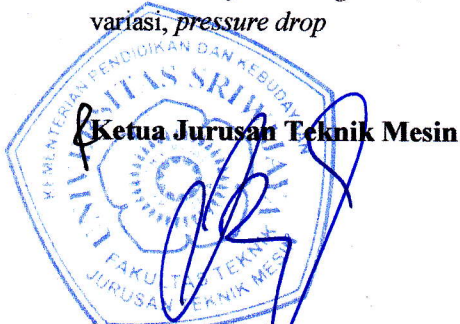
Jl. Raya Palembang - Prabumulih KM 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan.

Email: [dewipuspitasari@unsri.ac.id](mailto:dewipuspitasari@unsri.ac.id), [ellyanie@unsri.ac.id](mailto:ellyanie@unsri.ac.id)

## Abstrak

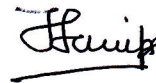
Pertumbuhan ekonomi sektor industri yang semakin pesat menyebabkan adanya penambahan emisi pencemar ke udara yang memberikan dampak negatif berupa pencemaran udara, sarana penularan penyakit, dan membahayakan kesehatan manusia. Pemerintah membuat peraturan pengendalian pencemaran udara sumber emisi tidak bergerak dengan melakukan pengukuran kualitas emisi pada setiap cerobong yang digunakan industri secara terus menerus. Pengukuran yang dilakukan pada setiap cerobong menggunakan metode isokinetik yang hanya bisa digunakan pada aliran gas buang yang seragam. Aliran berpusar di dalam cerobong mengakibatkan keakuratan hasil pengukuran emisi mengalami penurunan. Untuk menjaga kualitas hasil pengukuran emisi, kecepatan aliran gas buang harus seragam dengan derajat kemiringan sekecil mungkin (kurang dari  $5^\circ$ ) dan *pressure drop* yang masih bisa ditoleransi. Pemasangan *flow straightener* di dalam cerobong adalah salah satu upaya dalam menjaga hasil pengukuran emisi yang akurat. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan *flow straightener*  $45^\circ$  *upward* dengan variasi posisi vertikal (0,75D, 1D, dan 1,25D). Berdasarkan pengolahan data dari hasil penelitian. *Flow straightener* posisi vertikal 0,75D memperoleh nilai rata-rata koefisien variasi terendah sebesar 20,1188%. *Flow straightener* posisi vertikal 1,25D menghasilkan nilai rata-rata derajat kemiringan dan *pressure drop* terendah yaitu  $0,85485604^\circ$  dan 4,79125 Pa. *Flow straightener* pada posisi 1,25D mampu memenuhi syarat untuk menjaga kualitas hasil pengukuran emisi. Semakin *flow straightener* jauh dari gangguan aliran, maka aliran gas buang semakin vertikal sehingga adanya peningkatan kualitas hasil pengukuran emisi.

Kata Kunci: *flow straightener*, kecepatan aliran gas buang, derajat kemiringan, koefisien variasi, *pressure drop*



Ketua Jurusan Teknik Mesin  
Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi



Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.  
NIP. 19700115 199412 2 001

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang dengan tingkat pertumbuhan industri yang tinggi (Hakim *et al.*, 2018). Pertumbuhan sektor industri ini tentu mengakibatkan penambahan emisi pencemar ke udara, sehingga berpotensi mempengaruhi konsentrasi polutan pada udara ambient (Wayan *et al.*, 2018).

Pemerintah melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan membuat kebijakan pengukuran emisi kualitas udara di setiap cerobong yang digunakan oleh pihak industri secara terus menerus. Pengukuran partikulat dilakukan secara isokinetik, yaitu laju alir gas di dalam cerobong ekuivalen dengan laju alir gas selama pengukuran (Fatimah *et al.*, 2014). Metode pengukuran ini hanya dapat digunakan pada aliran gas buang yang seragam. Namun, masalah umum aliran gas buang pada cerobong adalah terjadinya aliran berpusar.

Aliran berpusar pada cerobong ditimbulkan oleh perubahan orientasi arah aliran dari horizontal ke vertikal. Dampak lain dari perubahan arah orientasi aliran fluida ini adalah dengan terjadinya *pressure drop*. Aliran yang berpusar membuat sulit dalam memperoleh keakurasian pengukuran kecepatan aliran gas buang (Scarabino *et al.*, 2015). Untuk menjaga tingkat akurasi pengukuran, kecepatan aliran pada lokasi *sampling point* harus seseragam dengan sudut inklinasi aliran sekecil mungkin (kurang dari  $5^\circ$ ) dan *pressure drop* yang masih bisa ditoleransi.

Salah satu upaya untuk mencapai kondisi seragam adalah dengan memasang *flow straightener* di dalam cerobong gas buang. Dengan seragamnya aliran maka salah satu syarat untuk diperoleh hasil pengukuran emisi yang akurat dapat dipenuhi, hal ini sesuai standarisasi US EPA. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan secara komputasi diperoleh hasil distribusi kecepatan terbaik dan peningkatan *pressure drop* yang masih bisa ditoleransi dihasilkan oleh *flow*

*straightener* bersudut  $45^\circ$ . Berdasarkan hasil simulasi, *flow straightener*  $45^\circ$  mampu meningkatkan kualitas distribusi kecepatan (Unila, 2017).

Kemudian dilakukan penelitian lagi dengan pemasangan *flow straightener*  $45^\circ$  pada variasi posisi vertikal (0, 75D, 1D dan 1, 25D). Berdasarkan hasil komputasi aliran, diperoleh koefisien variasi dan *pressure drop* terbaik yang dicapai pada jarak 1, 25D (Puspitasari, 2018). Namun, penelitian menggunakan *flow straightener* di dalam cerobong ini belum pernah dilakukan secara eksperimental untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik dari penelitian sebelumnya yang hanya dilakukan secara komputasi menggunakan CFD.

Pada penelitian ini akan dilakukan secara eksperimental dengan pemasangan *flow straightener* bentuk kerucut  $45^\circ$  variasi posisi vertikal (0, 75D, 1D, dan 1, 25D) pada cerobong.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dengan adanya aktivitas partikulat akibat dari kegiatan industri mengakibatkan aliran di dalam cerobong mengalami fluktuasi aliran di *sampling point*. Pada penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan memvariasikan posisi vertikal *flow straightener* untuk melihat bagaimana pengaruh terhadap keseragaman aliran di *sampling point*.

## 1.3 Batasan Masalah

1. *Flow straightener* yang digunakan memiliki bentuk kerucut dengan kemiringan  $45^\circ$  *upward*.
2. Variasi posisi jarak vertikal *flow straightener* yaitu 0, 75D, 1D, 1, 25D
3. Jangkauan kecepatan aliran gas buang dalam pengujian yaitu 13,5 m/s.
4. Penelitian ini dilakukan pengujian yaitu pengukuran kecepatan aliran gas buang, pengukuran tekanan aliran gas buang keluar cerobong, dan pengukuran temperatur di dalam dan luar cerobong.



5. Pengaruh posisi vertikal *flow straightener* terhadap profil kecepatan aliran gas buang hanya ditinjau dari koefisien variasi, derajat kemiringan, dan *pressure drop*.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Menganalisa pengaruh *flow straightener* terhadap distribusi kecepatan aliran gas buang cerobong.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Untuk mendapatkan posisi *flow straightener* yang efektif pada jarak vertikal.
2. Untuk memperbaiki pemerataan distribusi aliran gas buang pada cerobong, dalam upaya meningkatkan keakurasian pengukuran kualitas emisi pada cerobong.

## DAFTAR RUJUKAN

- El-Wakil (1988) '*Powerplant Technology*'.
- Fatimah *et al.* (2014) 'KAJIAN PENGARUH PENGGUNAAN LUMPUR MINYAK TERHADAP KONSENTRASI TOTAL PARTIKULAT TERSUSPENSI ( TSP ) DAN SULFUR DIOKSIDA ( SO<sub>2</sub> ) DARI EMISI TANUR PUTAR INDUSTRI SEMEN ( *Assessment of Oil Sludge Utilization Influence on Total Suspended Particulate ( TSP ) a* ', 21(3), pp. 261–267.
- Hakim, M. L. *et al.* (2018) 'Pra Desain Pabrik Asam Sulfat dari Belerang', 7(1), pp. 138–140.
- Delta, Ohm. 2017. '*Operating manual Thermocouple thermometers*'.
- Pramadhony, P. *et al.* (2018) '*CFD Analysis Of Flue Gas Streamline Through Varied Of Flow Straightener Inclination*', *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*, 2(1), pp. 11–14. doi: 10.26554/ijems.2018.2.1.11-14.
- Puspitasari, D. (2018) 'PENGARUH VARIASI POSISI *FLOW STRAIGHTENER* DI DALAM CEROBONG TERHADAP DERAJAT KEMIRINGAN ALIRAN GAS BUANG'.
- Puspitasari *et al.* (2018) '*The Effect of 45 o Upward Flow Straightener Position on Flow Uniformity in Sampling Point of Chimney*'.
- Riantama, G. *et al.* (2017) 'Studi peformansi aliran fluida pada instalasi pipa denga material dan dimensi bervariasi'.
- Swain, P Candra. (2016) '*CE 15008 Fluid Mechanics*', pp. 1–23.
- Sayoga, I. M. A. and Nuarsa, I. M. (2012) 'Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan Terhadap Head Losses Aliran Pipa', 2(2), pp. 75–83.
- Scarabino, A. *et al.* (2015) '*Available online www.jsaer.com Research Article Computational Fluid Dynamic Analysis of a Heater Chimney with and without a Flow Straightener*', 2(2), pp. 79–93.
- Uide, S. T. G. (2013) '*AIR POLLUTION TRAINING INSTITUTE ( APTI ) SAMPLING FOR POLLUTANTS*', (September).

Unila (2007) 'Prosiding Siger 2017'.

Wayan, N. *et al.* (2018) 'ESTIMASI POLA DISPERSI DEBU , SO<sub>2</sub> DAN NO<sub>x</sub> DARI INDUSTRI SEMEN MENGGUNAKAN MODEL GAUSS YANG DIINTEGRASI DENGAN SCREEN3 *Estimating Dust , SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> Dispersion from Cement Industry Using Gaussian Model that*', 8(1), pp. 109–119. doi: 10.29244/jpsl.8.1.109-119.

Zanker, K. J. *et al.* (2005) 'and  $M = V c$ ', pp. 1–6.